

Pengembangan E-Modul Trigonometri dengan Pendekatan STEAM pada Materi Aturan Sin dan Cos

Sigit Priyatno^{1✉}, Walid², dan Nur Adi Cahyono³

^{1,2,3} Pendidikan Matematika, Universitas Negeri Semarang

Info Artikel

Sejarah Artikel:

Diterima 3 Feb 2024
Direvisi 28 Feb 2024
Disetujui 1 Maret 2024

Keywords: E-Module,
STEAM, Mathematical
Creative Thinking

Paper type:
Research paper

Abstract

This research aims to develop learning media for material on the rules of sines and cosines that is valid, effective and gets a positive response from students. The research method used is Research and Development (R&D) with a 4-D model with stages 1) Define, 2) Design, 3) Develop, and 4) Disseminate. The learning media developed resulted in a product called "Motrionik" (Modul Trigonometri Elektronik) with a STEAM approach. This research was conducted at SMA Negeri 1 Semarang involving 32 class X students. Data analysis techniques used are qualitative and quantitative data analysis. Qualitative data analysis was carried out through theoretical studies and observations, while quantitative data analysis was carried out by calculating validation scores, tests and student responses. The results show that the electronic module developed is suitable for use based on expert validation in the very appropriate category, is effective in improving learning outcomes based on test results, and gets responses in the very good category based on student response sheets.

Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan media pembelajaran materi aturan sin dan cos yang valid, efektif dan mendapat respon positif peserta didik. Metode penelitian dan pengembangan yang digunakan adalah *Research and Development* (R&D) dengan model 4-D dengan tahapan 1) *Define*, 2) *Design*, 3) *Develop*, dan 4) *Disseminate*. Media pembelajaran yang dikembangkan menghasilkan produk bernama Motrionik yang merupakan akronim dari Modul Trigonometri Elektronik dengan pendekatan STEAM. Penelitian ini dilakukan di SMA Negeri 1 Semarang dengan melibatkan 36 siswa kelas X. Teknik pengumpulan data yang digunakan adalah pengumpulan lembar validasi, *pretest* dan *posttest* serta lembar respon siswa. Teknik analisis data yang digunakan adalah analisis data kualitatif dan kuantitatif. Analisis data kualitatif yaitu dengan melakukan kajian teori dan observasi, sedangkan analisis data kuantitatif yaitu dengan menghitung skor validasi, tes dan respon siswa. Hasil menunjukkan modul elektronik yang dikembangkan layak digunakan berdasarkan validasi ahli dengan kategori sangat layak, efektif meningkatkan hasil belajar berdasarkan hasil tes, dan mendapatkan respon dengan katagori sangat baik berdasarkan lembar respon siswa.

© 2023 Universitas Muria Kudus

✉Alamat korespondensi:

Program Studi Pendidikan Matematika
Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan Universitas Muria Kudus
Kampus UMK Gondangmanis, Bae Kudus Gd. L. It I PO. BOX 53 Kudus
Tlp (0291) 438229 ex.147 Fax. (0291) 437198
E-mail: zigitprima@gmail.com

p-ISSN 2615-4196
e-ISSN 2615-4072

PENDAHULUAN

Tidak atau tercapainya pendidikan merupakan tolak ukur keberhasilan dari pelaksanaan pada dunia pendidikan (Rahmadayanti et al., 2022). Matematika adalah sebuah ilmu yang mempunyai peran penting dalam pendidikan (Rizal et al., 2021) (Purwaningrum et al., 2021). Matematika yakni salah satu mata pelajaran yang memiliki kaitan dengan kehidupan nyata siswa (Fadzillah et al., 2020). Salah satu materi penting dalam matematika yakni trigonometri. Trigonometri adalah salah satu bagian esensial dari matematika dasar yang digunakan dalam permasalahan yang melibatkan pengukuran (Mall & Grant, 2016). Dengan mempelajari trigonometri akan mampu menunjang siswa untuk memiliki pola berpikir lebih logis dan kritis serta sistematis (Mensah, 2017). Tetapi dilapangan menunjukkan bahwa pemahaman siswa terhadap konsep trigonometri masih tergolong rendah. Masrukan (Manah et al., 2019) menyatakan bahwa hasil belajar siswa pada materi trigonometri adalah rendah karena materi trigonometri dianggap sulit dan membosankan apalagi kalau sudah menyangkut aplikasi penggunaan rumus-rumus yang membutuhkan kemampuan berpikir logis. Penelitian yang sama juga menunjukkan bahwa kemampuan kreatifitas dalam pemecahan masalah trigonometri masih kategori rendah (Setiana et al., 2021). Berdasarkan wawancara dengan salah guru matematika di SMA N 1 Semarang mengatakan bahwa salah satu materi yang sulit dipahami oleh peserta didik adalah materi trigonometri karena trigonometri termasuk materi baru yang belum pernah dipelajari di jenjang sebelumnya dan termasuk materi dengan bahasan yang banyak pengembangan materinya. Hasil dari penilaian harian sebuah Kelas X di SMA N 1 Semarang menunjukkan nilai rata-rata materi trigonometri adalah 68,87, masih di bawah Kriteria Ketuntasan Minimum (KKM) yaitu 70. Sementara jumlah peserta didik yang mampu mencapai nilai KKM atau lebih hanya 48,6% dari 4 kali penilaian materi trigonometri.

Di sisi lain, standar kecakapan abad 21 yaitu 4C (*Critical Thinking, Creative, Collaborative* dan *Communicative*) yang harus dikuasai siswa juga menjadi hal penting yang harus diterapkan dalam pembelajaran di sekolah. Pendekatan pembelajaran yang dapat di terapkan untuk meningkatkan kemampuan berpikir kreatif dalam menyelesaikan masalah yang mengaitkan dengan pengembangan kecakapan abad 21 adalah pembelajaran dengan pendekatan STEAM (*Science, Technology, Engineering, Art and*

Mathematic). Pembelajaran dengan pendekatan STEAM mengintegrasikan bidang ilmu pengetahuan (sains), teknologi, teknik, seni, dan matematika, sehingga peserta didik diberikan pemahaman holistik keterkaitan bidang ilmu melalui pengalaman belajar abad 21 (Hadinugrahaningsih et al., 2017)). Menurut Quigley dan Herro (Ata Aktürk & Demircan, 2017) pendidikan berbasis STEAM bertujuan untuk mempersiapkan anak-anak untuk memilah permasalahan dengan cara yang inovatif, berpikiran kreatif dan kritis, bekerja sama, dan berkomunikasi yang efektif. Sementara penelitian dari Conradty dan Bogner menunjukkan bahwa pengajaran STEAM memiliki efek positif pada kreativitas dan motivasi peserta didik (Conradty & Bogner, 2020).

Hal penting yang dapat dilakukan oleh guru untuk melaksanakan pembelajaran yang mampu menggerakkan kreatifitas siswa adalah menyiapkan media pembelajaran yang menarik, mudah digunakan serta selalu mengikuti perkembangan ilmu dan teknologi. Pengembangan media pembelajaran ini dibuat untuk menambah sumber belajar yang masih terbatas dan sekaligus untuk membantu peserta didik dalam mencapai tujuan pembelajaran matematika (Yulius et al., 2018). Modul sebagai media dalam pembelajaran matematika dikembangkan untuk memberikan kesempatan penuh kepada peserta didik untuk dapat menampilkan kemampuan pemahaman dan keterampilan untuk menemukan konsep matematika melalui kegiatan mereka sendiri.

Jenis modul yang dapat digunakan dalam pembelajaran tatap muka maupun pembelajaran daring adalah modul elektronik (*e-modul*). Dalam hal ini, perangkat pembelajaran *e-modul* dengan pendekatan STEAM disamping dapat berjalan di model pembelajaran tatap muka maupun pembelajaran jarak jauh, dapat juga menjadi alternatif yang dapat digunakan untuk mengembangkan kemampuan 4C peserta didik.

Pada penelitian-penelitian sebelumnya sudah ada yang mengembangkan modul berbasis STEM yang menghasilkan pengaruh positif kepada ketrampilan berpikir kreatif peserta didik. Seperti hasil penelitian (Widarwati et al., 2021) meningkatkan *soft skill* siswa. Demikian juga penelitian yang telah dilakukan oleh (Riyanti, 2020), menyimpulkan bahwa perangkat pembelajaran *project-based learning* terintegrasi STEM berbasis *e-learning* efektif meningkatkan kemampuan berpikir kreatif siswa. Sementara itu penelitian yang mengembangkan *e-modul* matematika dengan pendekatan STEAM yang mampu meningkatkan ketrampilan berpikir

kreatif belum ada, sehingga e-modul dengan pendekatan STEAM belum banyak dikenal dan digunakan pada proses pembelajaran di kelas. Hasil observasi di SMA Negeri 1 Semarang mengungkapkan bahwa guru belum mengenal model pembelajaran STEAM, sehingga media e-modul berbasis STEAM belum pernah diterapkan pada proses pembelajarannya selama ini. Dari kondisi seperti ini, maka perlu adanya pengenalan STEAM melalui perangkat pembelajaran berupa e-modul yang digunakan pada saat pembelajaran matematika di kelas khususnya untuk materi-materi yang sulit dikuasai oleh peserta didik.

Berdasarkan kondisi tersebut, permasalahan yang diangkat dalam penelitian adalah untuk mengetahui bagaimana proses mengembangkan e-modul trigonometri dengan pendekatan STEAM, bagaimana tingkat kelayakan dan keefektifan serta respon peserta didik terhadap e-modul dengan pendekatan STEAM tersebut. Tujuan penelitian ini adalah menghasilkan produk e-modul trigonometri dengan pendekatan STEAM yang layak, efektif dan mendapatkan respon positif siswa.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini termasuk dalam penelitian *Research and Development* (R&D) dengan model *4-D Models* yang dikembangkan oleh Thiagarajan, Semmel, dan Semmel (1974). Dalam *4-D Models* ini terdapat empat tahap yaitu *Define* (Pendefinisian), *Design* (Perancangan), *Develop* (Pengembangan), dan *Disseminate* (Penyebaran).

Prosedur penelitian yang dilakukan adalah sebagai berikut.

1. *Define*

Tahap *define* melalui prosedur analisis awal dan perencanaan penelitian. Analisis awal berupa identifikasi kebutuhan yang melibatkan siswa dan guru SMA N 1 Semarang untuk mendapatkan informasi kebutuhan terkait e-modul yang akan dikembangkan.

Perencanaan penelitian berupa rencana tempat dan waktu penelitian. Penelitian dilaksanakan di SMA N 1 Semarang dengan waktu pengembangan e-modul pada bulan September 2021 – April 2022 dan uji coba dilakukan pada bulan Mei 2022.

2. *Design*

Tahap *design* adalah membuat desain e-modul pada aplikasi *Microsoft Word* kemudian disimpan dalam format .pdf. E-modul dalam format .pdf tersebut kemudian disematkan ke dalam aplikasi website

www.liveworksheets.com menjadi hasil akhir modul dalam bentuk elektronik. Media tambahan yang digunakan untuk melengkapi e-modul adalah *audio*, *video*, *power point*, *link web*, *geogebra online*, kalkulator *online*, *Google Maps* dan *Google Form*. Materi yang dibuat sesuai dengan silabus mata pelajaran matematika Kelas X semester genap untuk materi aturan sin dan cos. Materi aturan sin dan cos diambil dari buku matematika Kelas X yang ditulis oleh (Priyatno et al., 2019). Setelah disusun, e-modul diuji kelayakannya untuk mendapatkan tanggapan dan saran dari ahli materi dan ahli media.

3. *Develop*

Tahap *develop* melalui prosedur uji coba skala kecil dan perbaikan e-modul. Langkahnya adalah hasil *design* awal produk diperbaiki sesuai dengan tanggapan dan saran ahli materi dan media, dan bahasa, kemudian dilakukan uji skala kecil pada siswa untuk mendapatkan penilaian atas produk e-modul. Selanjutnya dilakukan revisi atau perbaikan produk sesuai dengan saran dan kritik yang diperoleh dari uji coba skala kecil.

4. *Disseminate*

Tahap *disseminate* melalui prosedur uji coba skala besar. E-modul hasil revisi hasil uji coba skala kecil kemudian diuji kembali dengan jumlah siswa yang lebih banyak. Uji kelas besar di lakukan di kelas X MIPA 1 sebanyak 36 siswa. Pengambilan data dilakukan dengan membagikan tes sejumlah empat butir soal *pretest* maupun *posttest*. Instrumen tes yang telah divalidasi ahli dikembangkan berdasarkan isi e-modul dengan pendekatan STEAM yaitu berupa empat indikator berpikir kreatif *fluency*, *flexibility*, *originality*, dan *elaboration* menurut William (Munandar, 2014).

Teknik analisis data yang digunakan yaitu analisis kualitatif dan kuantitatif. Data kuantitatif merupakan hasil dari angket media dan hasil pretest dan posttest kemampuan berpikir kreatif siswa. Sedangkan data kualitatif berupa komentar, saran, dan masukan dari validator ahli media dan ahli materi, guru, dan siswa dengan skala terbatas mengenai produk media yang dikembangkan baik dari segi penampilan hingga segi penyajian materi.

Hasil uji coba selanjutnya digunakan untuk menganalisis kelayakan dan kepraktisan e-modul yang ditentukan dengan kriteria seperti Tabel 1 dan 2 berikut.

Tabel 1. Kriteria Penilaian Validator

Interval Rerata Skor	Klasifikasi
$1,0 \leq \text{rerata skor} < 2,00$	Kurang Baik
$2,0 \leq \text{rerata skor} < 3,00$	Baik
$3,0 \leq \text{rerata skor} \leq 4,00$	Sangat Baik

(Budiyono, 2019)

Tabel 2. Kriteria Nilai Respon Peserta didik

Rata-Rata Nilai	Kriteria
$0\% < R_s \leq 25\%$	Tidak Baik
$25\% < R_s \leq 50\%$	Kurang Baik
$50\% < R_s \leq 75\%$	Baik
$75\% < R_s \leq 100\%$	Sangat Baik

HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Kelayakan E-modul

a. Define

Dari analisis konteks terhadap kurikulum, sarana dan prasarana, guru dan siswa didapatkan bahwa pembelajaran matematika di SMA N 1 Semarang didukung dengan adanya sumber ajar berupa buku paket, modul, dan media pembelajaran lain seperti powerpoint dari guru. Dari hasil wawancara dengan guru matematika didapat bahwa guru sudah menggunakan modul tetapi masih terbatas dalam bentuk cetak dan belum didukung dengan adanya modul elektronik yang memuat sains, teknologi, teknik dan seni. Karena media pembelajaran seharusnya menyesuaikan perkembangan sains dan teknologi yang memuat unsur teknik dan seni serta berbasis kegiatan (*aktivitas base*) yang mengacu pada konsep kurikulum.

Hasil observasi fasilitas siswa menunjukkan bahwa siswa saat ini sudah terbiasa berinteraksi atau berkomunikasi melalui media internet baik itu untuk keperluan pribadi seperti email dan media sosial maupun untuk kepentingan pembelajaran seperti browsing materi pelajaran, video pembelajaran dan soal-soal latihan untuk menguji kompetensi yang dia kuasai. Dengan adanya informasi tersebut, menjadi landasan utama peneliti dalam memanfaatkan *website* sebagai media dalam proses pembelajaran dengan memanfaatkan potensi yang dimiliki oleh siswa.

Dari tes kemampuan berpikir kreatif matematis materi aturan sinus dan cosinus terhadap 24 siswa yang diambil acak dari kelas X MIPA 5 didapat bahwa rata-rata kemampuan berpikir kreatif matematis siswa berada di angka 62,8 atau masih di bawah nilai kriteria

kemampuan minimal (KKM) yaitu 70. Dari 24 siswa tersebut hanya terdapat 12 siswa yang nilainya di atas KKM atau hanya 50% dan masih jauh dari Kriteria Ketuntasan Klasikal yaitu 75%.

Selanjutnya dari observasi kebutuhan siswa didapatkan bahwa guru matematika sudah menggunakan modul dalam kegiatan pembelajaran, karena karena konten materi yang lebih lengkap dan memuat aktivitas pembelajaran yang urut dan dapat mengaktifkan siswa. Akan tetapi, modul yang digunakan masih kurang meningkatkan daya kreatifitas siswa, karena materi pembelajaran dalam modul cetak tersebut disajikan kurang menarik perhatian siswa yaitu penyajian permasalahan yang belum *up to date*, penjelasan materi materi yang monoton yaitu belum melibatkan penerapan dalam bidang sains, teknologi dan seni serta belum memaksimalkan segi variasi aktivitas pembelajaran. Berdasarkan hasil identifikasi, maka perlu adanya pengembangan modul yang berbasis elektronik (e-modul) dengan pendekatan kepada sains, teknologi, teknik dan seni, sehingga diharapkan siswa lebih aktif, kreatif dan tertarik dalam kegiatan pembelajaran.

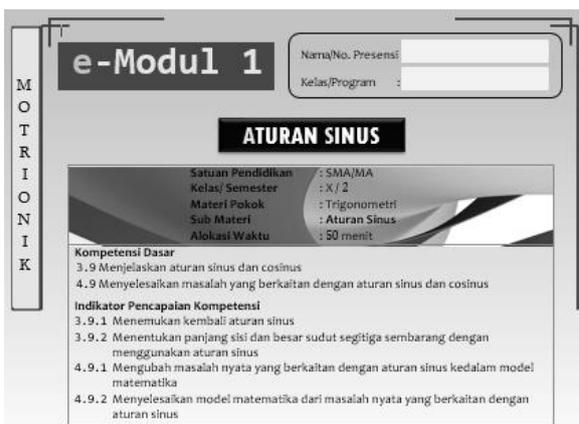
b. Design

Tujuan penelitian ini adalah menghasilkan e-modul matematika dengan pendekatan STEAM untuk materi aturan sin dan cos menggunakan aplikasi web www.liveworksheets.com ditinjau dari ahli materi, dan media serta respon siswa pada uji coba.

Dengan memperhatikan aspek-aspek dalam pembuatan e-modul yaitu aspek materi dan media, peneliti membuat desain awal e-modul seperti ada di beberapa Gambar 1 sampai dengan Gambar 5 berikut.



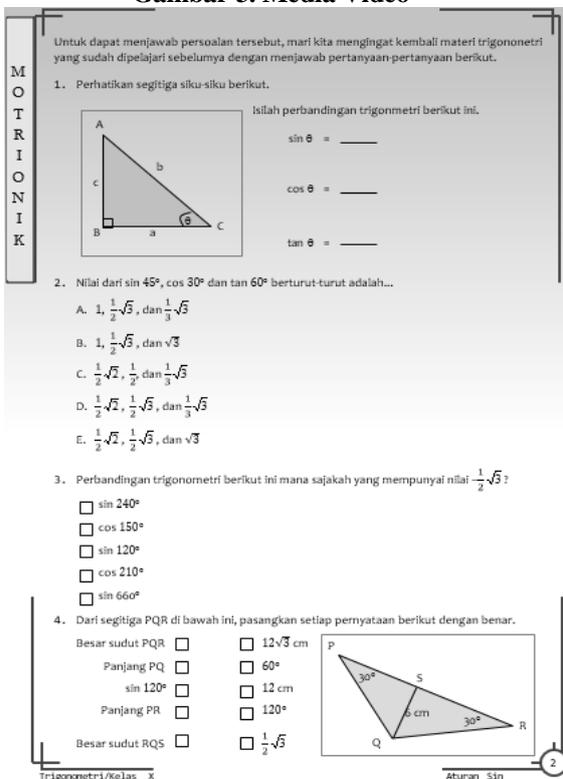
Gambar 1. Halaman Depan



Gambar 2. Identitas E-Modul



Gambar 3. Media Video



Gambar 4. Materi Prasyarat



Gambar 5. Media Power Point Pendalaman Materi

Produk awal e-modul divalidasi oleh masing-masing 3 ahli materi dan media. Tiga validator ahli materi terdiri dari 2 dosen dari Universitas Negeri Semarang dan 1 guru SMA N 1 Semarang. Sedangkan 3 validator media terdiri dari tenaga ahli dari Tim Pengembang Teknologi Pembelajaran Balai Pengembangan Multimedia Pendidikan dan Kebudayaan Kemdikbudristek, ahli media dari Widyaprada BPPMP Jawa Tengah dan ahli media dari dosen Universitas Negeri Semarang.

Tabel 3. Hasil Analisis Validasi Ahli Materi

Indikator Penilaian	Rata-rata Nilai	Kategori
Kesesuaian materi dengan KD	3,67	Sangat Valid
Keakuratan Materi	3,87	Sangat Valid
Kemutakhiran Materi	3,67	Sangat Valid
Mendorong rasa ingin tahu	3,67	Sangat Valid
Teknik Penyajian	4	Sangat Valid
Pendukung Penyajian	3,8	Sangat Valid
Penyajian Pembelajaran	4	Sangat Valid
Lugas	3,56	Sangat Valid
Komunikatif	4	Sangat Valid
Dialogis dan interaktif	3,5	Valid
Kesesuaian dengan perkembangan siswa	3,83	Sangat Valid
Kesesuaian dengan kaidah bahasa	3,67	Sangat Valid
Keseluruhan penilaian	3,76	Sangat Valid

Tabel 4. Hasil Analisis Validasi Ahli Media

Indikator Penilaian	Persentase (%)	Kategori
Tampilan Desain	90,48	Sangat Valid
Kemudahan Penggunaan	87,4	Sangat Valid
Konsistensi	91,67	Sangat Valid
Kemanfaatan	88,89	Sangat Valid
Kegrafikan	86,86	Sangat Valid
Keseluruhan penilaian	89,08	Sangat Valid

Berdasarkan Tabel 3, hasil uji validitas ahli materi menunjukkan kriteria sangat valid

untuk penilaian tiga validator. Rerata penilaian menunjukkan rerata persentase 93,77%..

Berdasarkan Tabel 4, hasil uji validitas ahli media menunjukkan kriteria sangat valid untuk penilaian tiga validator. Rerata penilaian menunjukkan rerata persentase 89,08%. Hal ini menunjukkan bahwa e-modul yang dikembangkan valid digunakan sebagai media dalam pembelajaran.

Revisi e-Modul Segi Materi dan Media

Penjabaran tentang saran dan revisi dari validator ahli materi dan media dirangkum pada Tabel 5 dan 6.

Tabel 5. Deskripsi Saran dan Revisi e-Modul dari Validator Ahli Materi

Validator	Saran
Validator 1	Perlu penambahan opsi pilihan pada soal apersepsi nomor 4 e-Modul 1
Validator 2	Perlu penambahan contoh kasus dalam setiap kegiatan diskusi atau praktikum
Validator 3	Penulisan rumus matematika perlu diperbaiki

Tindak Lanjut

1. Penambahan opsi pilihan menjadi 5
2. Contoh kasus dalam e-Modul sudah ditambahkan
3. Perbaikan mengenai tata tulis rumus matematika

Tabel 6. Deskripsi Catatan/Saran dan Revisi e-Modul dari Validator Ahli Media

Validator	Catatan/Saran
Validator 1	- e-Modul sebaiknya ditaruh pada website yang tidak ada iklannya
Validator 2	- e-Modul sangat menarik dan sesuai dengan karakteristik materi trigonometri
Validator 3	- Perlu perbaikan tampilan saat selesai mengerjakan peta konsep - Ketidakkonsistenan alur penyajian yaitu tidak muncul petunjuk pengerjaan e-modul pada modul 1 - Pada tujuan pembelajaran harusnya menggunakan kalimat yang memaparkan manfaat menggunakan e-modul motrionik

Tindak Lanjut

1. E-Modul yang semula di menu worksheets dipindah ke menu workbooks yang tidak ada iklannya.
2. Perbaikan keindahan tampilan saat selesai mengerjakan peta konsep
3. Dibuat halaman petunjuk pengerjaan e-modul pada modul 1.
4. Memperbaiki naskah tujuan pembelajaran yang menggambarkan manfaat penggunaan modul.

Tampilan pada e-modul didesain agar dapat meningkatkan daya tarik, motivasi, dan

mengurangi kebosanan siswa untuk belajar (Ramdoniati & Hadisaputra, 2018).

Hasil validasi ahli materi dan ahli media tersebut menunjukkan bahwa e-Modul yang dikembangkan valid untuk dilakukan uji coba skala kecil.

c. Develop

Hasil Uji Coba Skala Kecil

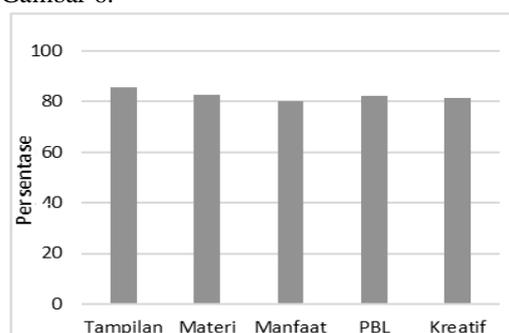
Tahap uji skala kecil dilakukan untuk mengetahui kelayakan dan keterbacaan e-Modul hasil revisi dari masukan ahli materi dan ahli media. Hasil uji coba skala kecil berupa respon siswa yang dapat dilihat pada tabel 7.

Tabel 7. Rekapitulasi Skor Respon Siswa pada Uji Skala Kecil

Responden	Skor Angket	Skor Maksimum	Kriteria
UK 1	71	80	Sangat Baik
UK 2	60	80	Baik
UK 3	73	80	Sangat Baik
UK 4	62	80	Sangat Baik
UK 5	66	80	Sangat Baik
UK 6	72	80	Sangat Baik
UK 7	61	80	Sangat Baik
UK 8	60	80	Baik
UK 9	67	80	Sangat Baik
UK 10	72	80	Sangat Baik

Berdasarkan hasil respon uji skala kecil dari 10 responden, 8 responden memberikan respon sangat baik dan 2 responden memberikan respon baik dengan rerata skor semua responden adalah 66,4 atau dalam persen sebesar 83% dengan kriteria sangat baik.

Kelayakan e-Modul pada uji skala kecil ditunjukkan dari penilaian meliputi aspek: 1) tampilan; 2) penyajian materi; 3) manfaat; 4) PBL dan 5) kreatif seperti yang tersaji dalam Gambar 6.



Gambar 6. Hasil Rekapitulasi Angket Uji Skala Kecil

Berdasarkan Gambar 1 menunjukkan bahwa respon siswa pada setiap aspek mendapatkan hasil persentase lebih dari 75% dengan rerata skor 83% pada kriteria sangat baik. Hal tersebut menunjukkan bahwa pengembangan e-modul dengan pendekatan STEAM layak digunakan dalam pembelajaran.

Dari pengisian angket respon juga didapatkan saran dan komentar terkait penggunaan e-Modul.

Tabel 8. Saran dan Masukan pada Uji Coba Skala Kecil

No	Saran	Tindak Lanjut
1.	Komposisi warna e-Modul dibuat lebih <i>soft</i> untuk kesehatan mata	Warna halaman-halaman e-Modul diubah menjadi lebih nyaman untuk kesehatan mata.
2.	Beberapa kata atau istilah yang kurang dipahami	Penggantian kata dan istilah sehingga lebih komunikatif

Secara umum, saran yang diberikan meliputi tampilan e-modul dan gambar dan video yang disajikan. Peserta didik menyarankan agar tampilan e-modul dibuat lebih berwarna agar terlihat menarik. Hal ini sejalan dengan penelitian oleh (Aminudin, Noor Fadiawati, Lisa Tania, 2015) yang menyatakan bahwa e-modul didesain dengan gambar, video dan tayangan yang berkaitan dengan materi dan warna yang menarik dengan tujuan untuk menarik minat siswa untuk membaca dan mempelajari e-modul. Tampilan e-modul sebaiknya memiliki kombinasi warna yang bervariasi dan didukung oleh tampilan gambar-gambar, video, dan aplikasi (Khabibah et al., 2018). Berdasarkan uji skala kecil disimpulkan bahwa e-modul yang dikembangkan dinyatakan layak digunakan dalam uji coba skala besar dengan adanya sedikit revisi pada aspek gambar, video dan desain pada e-modul dengan persentase penilaian lebih dari 75% untuk masing- masing aspek.

B. Keefektifan E-modul

Tahap akhir pengembangan model 4-D adalah *Disseminate* yaitu tahap uji coba skala besar. Tahap uji coba skala besar dilakukan di kelas X MIPA 1 sejumlah 36 siswa. Pembelajaran diawali dengan *pretest* untuk mengetahui keadaan awal penguasaan konsep aturan sin dan cos. Pembelajaran selanjutnya dilaksanakan dengan menggunakan e-Modul yang dikembangkan dengan pendekatan STEAM dan mengikuti alur pembelajaran model PBL. Pembelajaran diakhiri dengan pemberian *posttest* untuk mengetahui peningkatan hasil belajar.

Pada pembelajaran dengan pendekatan STEAM, kreatifitas berpikir siswa dieksplorasi tidak hanya untuk mengetahui konsep matematika tetapi benar-benar memahami materi secara kontekstual terkait dengan *science, technology, engginering*, dan *art* (Bintan & Hamimi, 2023). Pada kegiatan di e-modul, siswa diberi wadah untuk menyelesaikan masalah melalui *Problem Solving* yang dimulai dari

mengamati masalah hingga memaparkan hasil secara terstruktur dan disesuaikan dengan langkah-langkah alternatif penyelesaian pemecahan masalah dengan membahas per bagian dari STEAM seperti ada pada Gambar 7.

c. Soal Penerapan (Problem Solving)
 Saksikan kembali video 1. Permasalahan 1, kemudian selesaikan permasalahan tersebut melalui langkah-langkah berikut.
Engineering
 Susun langkah-langkah rencana rancangan agar Pak Andi dapat menghitung jarak dari posisi dia sekarang ke kota Alkain.
 Langkah-langkah rencana rancangan Pak Andi:
 1) Mengidentifikasi hal-hal yang lebih diketahui.
 Nama posisi Pak Andi, SPBU di Kota Alkain, dan SPBU di Kota Basil dapat dihubungkan membentuk suatu segitiga. Maka diketahui:
 - Sudut pada posisi Pak Andi adalah 10 derajat
 - Sudut pada posisi SPBU di Kota Basil adalah 45 derajat
 - Jarak SPBU di Kota Alkain dengan SPBU di Kota Basil adalah 10 km.
 2) Mengaplikasikan pengetahuan. Aturan Sin.
 - Misal A = titik B = 0 km
 - Sehingga jarak posisi Pak Andi dengan SPBU di Kota Alkain (x) dapat dicari dengan perbandingan 10 sin 20 = x sin 45

Art
 Sketsalah rancangan yang sudah kalian rencanakan di atas.
 1. Gunakan kertas gambar untuk menyketsa rancangan kalian.
 2. Gunakan penggaris panjang, dan busur untuk menghitung sudut dan panjang secara akurat sampai 1 angka dibelakang koma.
 3. Hasil sketsa stuhkan di kirim ke link berikut =>

Nilai Sudut (x MIPA 1/2)
 o Sketsa rancangan ke Kota Alkain:

Diagram shows a triangle with vertices A (Alkain), B (Basil), and C (Pak Andi). Side AB = 10 km, angle A = 10°, angle B = 45°. Handwritten calculations use the Law of Sines: $\frac{b}{\sin B} = \frac{c}{\sin C} \Rightarrow \frac{b}{\sin 45^\circ} = \frac{10}{\sin 30^\circ} \Rightarrow b = \frac{10}{1} \times \frac{1}{\frac{\sqrt{2}}{2}} = \frac{10}{1} \times \frac{2}{\sqrt{2}} = \frac{20}{\sqrt{2}} = 10\sqrt{2}$ km.

Keterangan:
 - A = Kota Alkain
 - B = Kota Basil
 - C = Pak Andi

* Jika sudut C dan B sudah diketahui (30° dan 45°), maka panjang dari A ke B juga sudah diketahui (10 km), maka kita dapat mencari panjang jarak dari C ke A:

Gambar 7. Penyelesaian Masalah dengan STEAM

Selanjutnya hasil *pretest* dan *posttest* dianalisis dengan memperhatikan bahwa peningkatan ketuntasan klasikal yang harus dicapai adalah 75%. Peserta didik dikatakan tuntas belajar apabila siswa mencapai nilai ≥ 70 sesuai Kriteria Ketuntasan Minimal (KKM) yang ditetapkan oleh SMA N 1 Semarang untuk mata pelajaran matematika. Hasil analisis nilai *pretest* dan *posttest* kelas XI MIPA 1 disajikan pada Tabel 9.

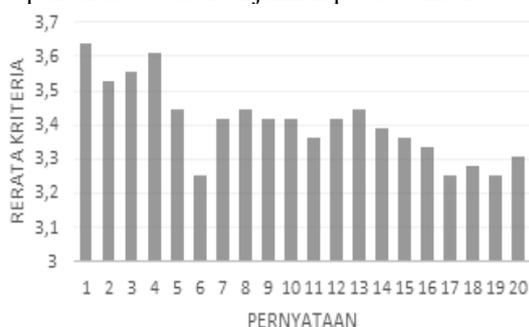
Tabel 9. Hasil Analisis Nilai *Pretest* dan *Posttest*

Data	Pre-test	Post-test
Rata-rata	44,5	79,25
Nilai tertinggi	85	96
Nilai terendah	9	54
% ketuntasan	25%	84,38%

Berdasarkan hasil analisis yang disajikan pada Tabel 9, dapat diketahui bahwa hasil tes aturan sin dan cos dengan menggunakan e-modul dengan pendekatan STEAM yang diperoleh mencapai ketuntasan 84,38 % di atas rata-rata ketuntasan klasikal yaitu 75%. Demikian juga nilai rata-ratanya mencapai 79,25 di atas KKM sekolah yaitu 70. Kefektifan e-modul dengan pendekatan STEAM sejalan dengan hasil penelitian (Arapci et al., 2023), (Rahmania & Sheila Wann Lubis, 2022), (Hadiyanti et al., 2021) dan (Widarwati et al., 2021).

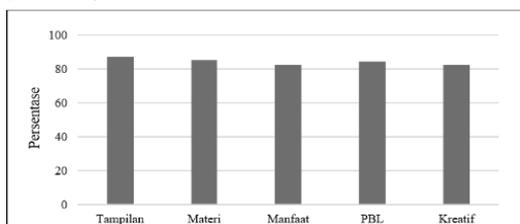
C. Respon Siswa Terhadap e-Modul

Setelah penggunaan e-Modul “Motrionik” melalui uji coba skala besar, siswa diberikan angket yang bertujuan untuk mengetahui respon dan saran dari siswa. Hasil rekapitulasi angket respon skala besar ditunjukkan pada Gambar 8.



Gambar 8. Rekapitulasi Respon Skala Besar

E-Modul dengan pendekatan STEAM pada uji skala besar ditunjukkan dari penilaian pada lembar angket yang memuat lima aspek yang meliputi: 1) tampilan, 2) materi, 3) manfaat, 4) *Problem Based Learning*, dan 5) kemampuan berpikir kreatif matematis. Persentase aspek hasil rekapitulasi angket skala besar disajikan pada Gambar 9.



Gambar 9. Persentase Rekapitulasi Angket Skala Besar

Berdasarkan hasil respon uji skala besar menunjukkan bahwa dari 36 responden, dengan rincian 25 responden memberikan respon sangat baik dan 11 responden memberikan respon baik dengan rerata skor semua responden adalah 68,1 dengan kriteria sangat baik. Jika dipersentasekan sebanyak 69,44% memberikan respon sangat baik dan 30,56% memberikan respon baik.

Pada Gambar 9 menunjukkan bahwa setiap aspek menunjukkan penilaian lebih dari 75%.

Berdasarkan hasil tersebut dapat diketahui bahwa aspek tampilan yang digunakan dalam e-Modul dengan pendekatan STEAM adalah tampilan yang menarik, jelas dan efektif.

Aspek tertinggi ditunjukkan oleh aspek tampilan e-Modul sebesar 87,3%. Pembelajaran dalam e-Modul dengan pendekatan STEAM dapat mendorong siswa untuk menganalisis contoh permasalahan yang disajikan sehingga melatih untuk meningkatkan kemampuan berpikir kreatif matematis.

Respon positif yang diberikan oleh siswa terhadap e-Modul yang dikembangkan disebabkan karena e-Modul dikembangkan dengan pendekatan STEAM. Hal ini sejalan dengan pernyataan bahwa penggunaan e-Modul dengan pendekatan STEAM dapat meningkatkan motivasi dan kepercayaan diri siswa dalam pembelajaran secara kelompok (Ayyildiz & Tarhan, 2018). Selain itu, modul elektronik berdasarkan pendekatan STEAM merupakan alat pengajaran yang sangat baik (Tambusai & Rakhmawati, 2023). Pembelajaran dengan penggunaan e-Modul dengan pendekatan STEAM, meningkatkan kerjasama dalam kelompok, sehingga siswa terampil dalam berpikir (Tarmizi, Ibnu Khaldun, Mursal, 2017).

Berdasarkan uraian tersebut, menunjukkan bahwa e-Modul dengan pendekatan STEAM yang dikembangkan layak, efektif dan mendapatkan respon positif dari siswa.

SIMPULAN

- E-Modul dengan pendekatan STEAM dinyatakan valid dengan kriteria sangat baik.
- E-Modul dengan pendekatan STEAM dinyatakan efektif dengan kriteria sedang.
- Respon peserta didik terhadap e-Modul dengan pendekatan STEAM sangat baik.

DAFTAR PUSTAKA

- Aminudin, Noor Fadiawati, Lisa Tania, M. (2015). Pengembangan LKS Berbasis Multipel Representasi pada Materi Klasifikasi Materi. *Jurnal Pendidikan Dan Pembelajaran Kimia*, 4(2), 720–731.
- Arapci, I., Dogru, M. S., Kanj, H., Ali, N., & Bahari, M. (2023). An Experimental Study on the Implementation of a STEAM-Based Learning Module in Science Education. *Sustainability (Switzerland)*, 15(8), 1–12. <https://doi.org/10.3390/su15086807>
- Ata Aktürk, A., & Demircan, O. (2017). A Review of Studies on STEM and STEAM Education in Early Childhood. *Journal of Kırşehir Education Faculty*, 18(2), 757–

- 776.
- Ayyildiz, Y., & Tarhan, L. (2018). Problem-based learning in teaching chemistry: enthalpy changes in systems. *Research in Science and Technological Education*, 36(1), 35–54.
<https://doi.org/10.1080/02635143.2017.1366898>
- Bintan & Hamimi, E. (2023). Analisis Kebutuhan Pengembangan e-LKPD Berbasis STEM-PjBL pada Materi Koloid untuk Meningkatkan Kemampuan Berpikir Kreatif Siswa. *Seminar Nasional Pendidikan IPA Dan Matematika Ke-1 Universitas Negeri Malang*, 252–261.
<https://doi.org/10.21831/jpms.v1i1.59399>
- Budiyono. (2019). *Pengantar Metodologi Penelitian Pendidikan*. Solo: UNS Press.
- Conradty, C., & Bogner, F. X. (2020). STEAM teaching professional development works: effects on students' creativity and motivation. *Smart Learning Environments*, 7(1), 1–20. <https://doi.org/10.1186/s40561-020-00132-9>
- Fadzillah, S. H. N., Purwaningrum, J. P., & Wanabuliandari, S. (2020). Peningkatan Pemecahan Masalah Matematis Melalui Model Mmp Berbantuan Modul Etnomatematika Pada Siswa Kelas Iv Sdn Wonosekar. *Pendas : Jurnal Ilmiah Pendidikan Dasar*, 5(1), 105–115.
<https://doi.org/10.23969/jp.v5i1.2796>
- Hadinugrahaningsih, T., Rahmawati, Y., & Ridwan, A. (2017). Developing 21st century skills in chemistry classrooms: Opportunities and challenges of STEAM integration. *AIP Conference Proceedings*, 1868, 1–8.
<https://doi.org/10.1063/1.4995107>
- Hadiyanti, N. F. D., Hobri, Prihandoko, A. C., Susanto, Murtikusuma, R. P., Khasanah, N., & Maharani, P. (2021). Development of mathematics e-module with STEM-collaborative project based learning to improve mathematical literacy ability of vocational high school students. *Journal of Physics: Conference Series*, 1839(1).
<https://doi.org/10.1088/1742-6596/1839/1/012031>
- Khabibah, N., Jalmo, T., Suyatna, A., & Suyatna, A. (2018). The Use of Inquiry-Based Student Worksheet To Instills Science Generic Skill of the Students. *International Journal of Research -GRANTHAALAYAH*, 6(6), 131–138.
<https://doi.org/10.29121/granthaalayah.v6.i6.2018.1358>
- Mall, K., & Grant, M. J. (2016). Trigonmerization of optimal control problems with bounded controls. *AIAA Atmospheric Flight Mechanics Conference, 2016-Janua(July)*.
<https://doi.org/10.2514/6.2016-3244>
- Manah, N. K., Ariyani, A., & Kartono. (2019). Meningkatkan Kemampuan Penalaran Trigonometri Siswa Kelas XI MIPA 3 SMA Negeri 11 Semarang melalui Model Discovery Learning Berbantuan Flashcard pada Materi Rumus Trigonometri. *Prisma*, 2, 883–892.
- Mensah, F. S. (2017). Ghanaian Senior High School Students' Error in Learning of Trigonometry. *International Journal Of Environmental & Science Education*, 12(8), 1709–1717.
- Munandar, U. (2014). *Pengembangan Kreativitas Anak Berbakat*. Jakarta: Penerbit Rineka Cipta.
- Priyatno, S., Sajaka, K. A., & Hariyanto, B. (2019). *Matematika untuk SMA/MA/SMK/MAK Kelas X Kelompok Wajib*. Bandung: Penerbit Duta.
- Purwaningrum, J. P., Muzid, S., Yuli, T., & Siswono, E. (2021). Analisis Kebutuhan Sumber Belajar Matematika untuk Siswa Diskalkulia sebagai Acuan Pengembangan Modul Berbasis Kearifan Lokal. 5(2), 199–206.
<https://doi.org/10.35706/sjme.v5i2.5164>
- Rahmadayanti, A., Purwaningrum, J. P., & Rahayu, R. (2022). Pengaruh Model Core Berbantuan Modul Digital Interaktif terhadap Kemampuan Pemecahan Masalah Matematis Siswa. *Seminar Nasional Pendidikan Matematika (SNAPMAT), 1*, 26–36.
- Rahmania, S., & Sheila Wann Lubis, E. L. (2022). The Effectiveness of STEAM (Science, Technology, Engineering, Art, and Math) to Improve Students' Achievement in Electrochemistry. *LAVOISIER: Chemistry Education Journal*, 1(2), 20–27.
<https://doi.org/10.24952/lavoisier.v1i2.6733>
- Ramdoniati, N., & Hadisaputra, S. (2018). Development Of Chemical Learning Materials Based Pbl On The Topic Of Electrolyte And Nonelectrolyte Solutions. *Journal of Research & Method in Education*, 8(3), 35–37.
<https://doi.org/10.9790/7388-0803043537>
- Riyanti, R. (2020). Efektivitas Penggunaan Perangkat Pembelajaran Project Based Learning (PjBL) Terintegrasi STEM

- Berbasis E-Learning Untuk meningkatkan Kemampuan Berpikir Kreatif. *DWIJA CENDEKIA: Jurnal Riset Pedagogik*, 4(2), 206–215.
<https://doi.org/10.20961/jdc.v4i2.45276>
- Rizal, A. F., Purwaningrum, J. P., & Rahayu, R. (2021). Pengembangan E-Modul Berbasis Etnomatematika Untuk Menumbuhkan Kemampuan Komunikasi Matematis Dan Minat Belajar Siswa. *Koordinat Jurnal MIPA*, 2(2), 1–14.
<https://doi.org/10.24239/koordinat.v2i2.26>
- Setiana, N. P., Fitriani, N., & Amelia, R. (2021). Analisis Kemampuan Pemecahan Masalah Matematis Siswa SMA Pada Materi Trigonometri Berdasarkan Kemampuan Awal Matematis Siswa. *Jurnal Pembelajaran Matematika Inovatif*, 4(4), 899–910.
<https://doi.org/10.22460/jpmi.v4i4.899-910>
- Tambusai, A. R., & Rakhmawati, F. (2023). Pengembangan E-Modul Berbasis Pendekatan STEAM (Science, Technology, Engineering, Art and Mathematic) Pada Materi Segi Empat Dan Segitiga. *Euclid*, 10(1), 213–233.
- Tarmizi, Ibnu Khaldun, Mursal. (2017). Penggunaan Lks Berbasis Pbl Terhadap Keterampilan Berpikir Kritis Siswa Pada Materi Cahaya Di Smpn 1 Kembang Tanjong. *Jurnal Pendidikan Sains Indonesia*, 05(01), 87–93.
- Widarwati, D., Utaminingsih, S., & Murtono. (2021). STEAM (Science Technology EGINEERING Art Mathematic) Based Module for Building Student Soft Skill. *Journal of Physics: Conference Series*, 1823(1), 1–9.
<https://doi.org/10.1088/1742-6596/1823/1/012106>
- Yulius, B., Irwan, I., & Yerizon, Y. (2018). Pengembangan Perangkat Pembelajaran Matematika Berbasis Model Pembelajaran Penemuan Dengan Masalah Open Ended Untuk Peserta Didik SMA Kelas X Semester 2. *Mosharafa: Jurnal Pendidikan Matematika*, 6(2).
<https://doi.org/10.31980/mosharafa.v6i2.31>